

研究成果

戦略的創造研究推進事業CREST

研究領域「光の特性を活用した生命機能の時空間制御技術の開発と応用」
研究課題「記憶構造を解明する新しい光操作・画像法の開発」脳細胞が短期記憶を保持する機能発見
筋肉収縮と同程度の力で伝達物質放出を増強

人の脳には約1000億個のニューロンと呼ばれる神経細胞があり、それらが神経ネットワークを形成しています。これまでの研究で、神経細胞は軸索と樹状突起の間にあるシナプスを介して、神経細胞間で電気や化学物質を使った情報伝達が行われ、記憶や学習が可能になることが知られていました。

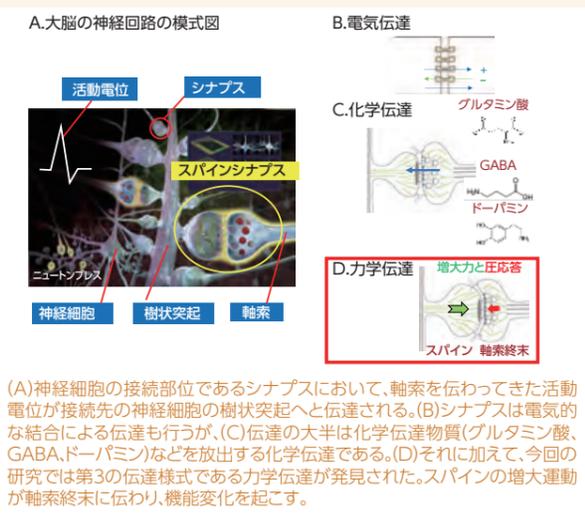
東京大学大学院医学系研究科の河西春一郎教授らは、このシナプスにおける情報伝達の第3の様式として、神経細胞の樹状突起上に存在するトゲ構造の上に形成されるスパインの増大と圧感覚を介した「力学的な伝達方法」を発見しました。研究者らはシナプスの運動性を見るために新たに開発した、3次元的な1点でグルタミン酸が放出できる2光子アンケイジング法と、光を使った刺激・測定技術を組

み合わせ、単一スパイン増大の効果を調べました。すると、シナプス内ではスパインが1平方センチメートル当たり0.5キログラムという筋肉の張力並みの力で軸索

を押し、軸索はその圧を感知して機能的に応答していることがわかりました。この力によってスパインの変化を素早く読み出し、短期的な記憶の保持に使用している可能性が示唆されました。

この成果は、末梢神経だけでなく中枢神経でも軸索の末端に感覚受容機能があることを世界で初めて

示したものです。スパインやシナプスには精神疾患に関わる分子が多く集まっているため、研究の進展により診断や治療についての新たな知見に期待が集まります。



戦略的創造研究推進事業CREST

研究領域「細胞内現象の時空間ダイナミクス」
研究課題「シナプスの力学カップリングを担う軸索終末機構」

研究成果

戦略的創造研究推進事業CREST

研究領域「新たな生産プロセス構築のための電子やイオン等の能動的制御による革新的反応技術の創出」
研究課題「レドックスメカノケミストリーによる固体有機合成化学」「固相メカノラジカルの化学と応用」120年の歴史を塗り替え、調整方法を刷新
ペースト状グリニャール試薬の合成に成功

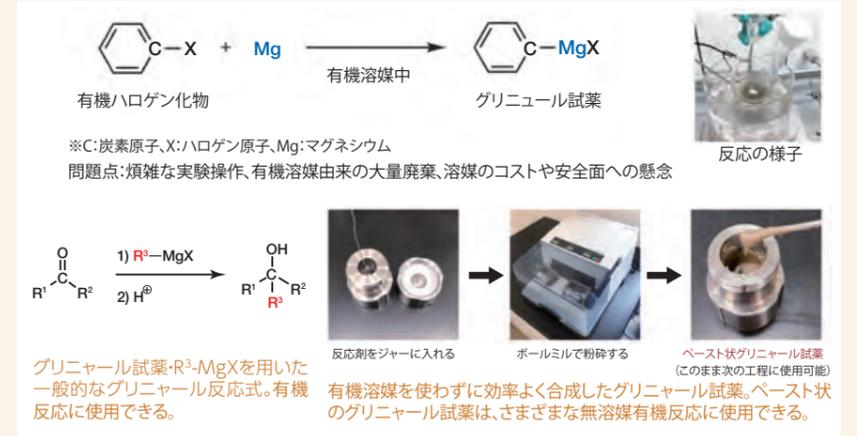
有機合成において最も重要な反応剤の1つであるグリニャール試薬は、1900年に初めてその合成が報告されて以降、およそ120年にわたって幅広く利用されています。しかし、高純度の有機溶媒を用いて有機ハロゲン化合物とマグネシウム片を混合する一般的な調製法は、実験操作の煩雑さ、有機溶媒由来する廃棄物や毒性、安全性が問題視されていました。

そこで、北海道大学創成研究機構化学反応創成研究拠点の伊藤肇教授らの研究グループは、ボールミルという粉砕機を用いて金属製のボールを反応基質とともに直接ジャーに入れ、素早く左右に振動させ、機械的に強くかき混ぜる「メカノケミカル合成」と呼ばれる方法を利用し、有機培養をほとんど使用せずに

効率よくペースト状のグリニャール試薬を合成することに成功しました。

この合成法は容器内の水分や酸素の影響を受けにくい、有機溶媒の使用量をこれまでの約10分の1にまで低減できます。またペースト状なので、さまざ

まな有機合成反応に、そのまま使用することも可能です。新たな手法の普及によって、化学製品や医薬品、機能性材料の生産における環境負荷を抑え、生産プロセスのコスト削減に結びつくことが望まれます。



研究成果

戦略的創造研究推進事業ERATO

連尾メタ数値システムデザインプロジェクト

自動運転シミュレーションの能力を向上
事故につながるシナリオを効率よく発見

交通事故が多発する中、交通事故の防止や、商用ドライバー不足への対応を目指し、自動運転車の開発が急速に進んでいます。「レベル3」といわれる条件付運転自動化技術を搭載した車も市販されるようになりました。しかし交通状況が複雑な街中を自由に自動運転モードで走行するまでには至っていません。

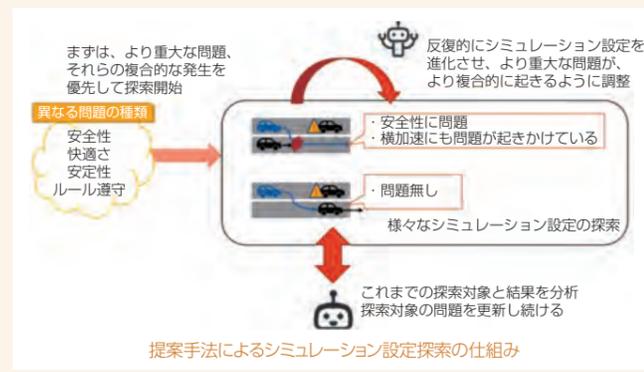
国立情報学研究所の石川冬樹准教授らの研究チームは、運転前にシミュレーション検査する際に、「進化計算」と呼ばれる最適化技術を活用し、さらにその技術を「見張る」ような機構を設けました。これにより自動運転システムで重大な事故につながったり、事故でなくとも交通ルールや快適さを損ねたりする可能性を、自動で効率よく見つける技術の開発に成功しました。

追い越しや右折などのシナリオごとに起こりえない事象を見つけ、不要なシミュレーション検査を除外したり、優先度を下げたりするのが特徴です。また、特に重大な事故につながる可能性の高い「強い加速と急ハンドルが同時に発生する」状況で、さらに事故を引き起こしやすい深刻なシナリオは、優先度を上げて探索

を続けました。その結果、短時間で効率よく事故につながるシナリオを発見できるようになりました。

シミュレーションによる検査能力が向上す

ることにより、高コストでレアケースを試すづらい実車試験を補えます。今後は、安全性評価基準の確立や国際的な標準化動向にも対応し、安全性・信頼性の論証や説明をしっかりと裏付ける方法論を明確にすることで、実用性を高め、安心安全な自動運転システムの確立に貢献します。



研究成果

戦略的創造研究推進事業CREST

研究領域「現代の数理論科学と連携するモデリング手法の構築」
研究課題「次世代暗号に向けたセキュリティ危殆化回避数値モデリング」安全で効率的な暗号技術を開発
量子コンピューターでも解読は不能

デジタル署名技術は私たちの生活のさまざまな場面で利用され、情報社会の安全性を支えるコア技術として重要性を増しています。現在普及している暗号方式は、大規模な量子コンピューターが実現すると、解読できることが知られています。そのため、量子コンピューターでも解読できない暗号技術の開発が進んでいます。

そこで、東京大学大学院情報理工学系研究科の高木剛教授らの共同研究グループは、新たなデジタル署名技術「QR-UOV署名」を開発しました。安全性は高いものの、検証の際に使う公開鍵のデータサイズが大きいことが課題だった従来の「Rainbow署名」と比較し、安全性を低下させることなく公開鍵のデータサイズを約66パーセン

ト削減することに成功しました。Rainbow署名は多変数多項式問題の難しさを安全性の根拠とした「UOV署名」を拡張することにより効率化していますが、QR-UOV署名は数値の行列で表現されていたUOV署名の公開鍵を、「剰余環」と呼ばれる代数系の多項式で表現している点の特徴です。

今回の提案方式は、量子コンピューターの時代にも安全かつ効率的なデジタ

ル署名であるため、個人認証やデータ保護などその特長を生かしたアプリケーションにも活用できます。特に長期的な安全性が必要であり、通信負荷の低減が求められるセキュリティシステムへの応用が見込まれます。

UOV署名 (数値の行列)	提案方式 QR-UOV署名 (剰余環による表示)
$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 & 5 & 1 & 6 \\ 5 & 1 & 0 & 0 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 6 & 1 & 2 & 3 \\ 6 & 2 & 5 & 3 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 5 & 0 & 4 \\ 4 & 3 & 0 & 2 & 6 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2x^2 + 4x + 0 & 0x^2 + 1x + 6 \\ 5x^2 + 3x + 2 & 5x^2 + 2x + 0 \end{bmatrix}$
252.3KB	85.8KB

公開鍵サイズ約66%削減

QR-UOV署名の剰余環による表示により公開鍵データサイズを約66パーセント削減に成功